Enginyeria Tèrmica

Tema 1. Generació tèrmica

Aprofitament de l'energia solar

Joan Grau
EUETIB-CEIB
UPC

Objectius

- Conèixer les diferents instal.lacions tipus d'aprofitament de l'energia solar tèrmica.
- Saber realitzar dimensionaments bàsics d'instal.lacions solars tèrmiques.
- Presentació de les metodologies de verificació del funcionament de la instal.lació.
  - Mètode f-chart.
  - Simulacions dinàmiques.

1. Instal.lacions solars
    1.1. Instal.lacions tipus
    1.2. Elements de les instal.lacions.
    1.3. Producció de ACS
    1.5. Verificació de la cobertura solar.
    1.7. Exemples d'instal.lacions.

1. Instal.lacions tipus.

Producció de ACS
Aigua calenta a 45~50 ºC.
- Producció a 60 ºC
- Us domèstic
- Instal.lacions esportives.
- Instal.lacions hospitalàries.
- Instal.lacions hoteleres.

Climatització de piscines

Ampliació del periode d'utilització en piscines descobertes.
Support a la climatització de piscines cobertes.
Producció d'aigua calenta entre 30ºC i 40ºC.

Calefacció
Sistemes de calefacció a baixa temperatura. Producció d'aigua calenta entre 30ºC i 60ºC.
- Terra radiant.
- Radiadors sobredimensionats
- Fan-coils.

Refrigeració solar

Refrigeració amb sistemes d'absorció. Producció d'aigua entre 90ºC i 100ºC

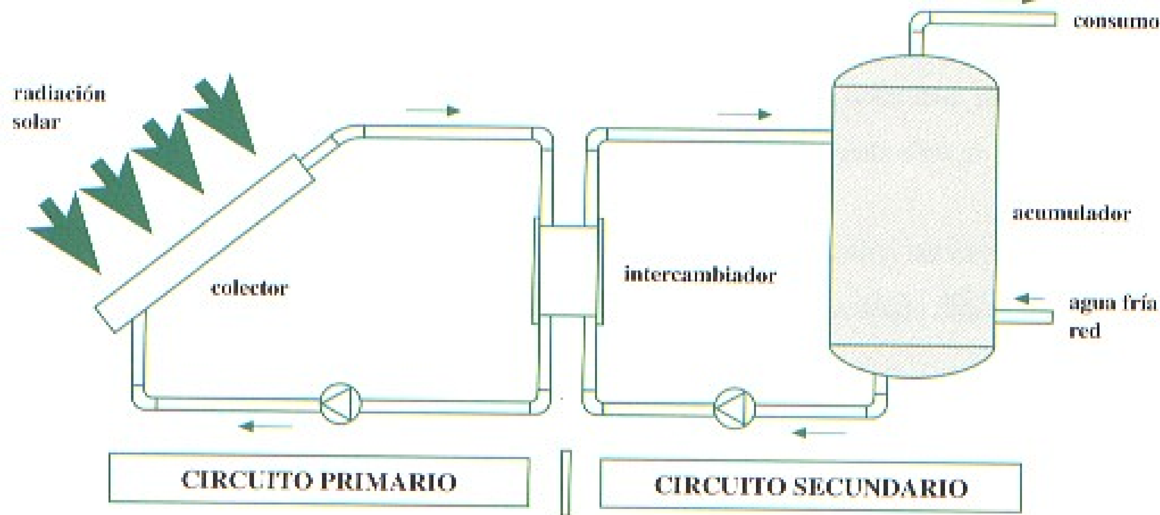
Centrals termosolars
Centrals tèrmiques amb un escalfament solar.
Temperatures de producció de ~390 ºC
Important el sistema d'emmagatzemamanet.

Sistemes industrials
Producció d'aigua calenta per sistemes de rentat.
Altres processos que necessitin aigua calenta o vapor

2. Elements de les instal.lacions.

Captadors solars
Elements per al muntatge dels captadors solars tèrmics
Elements de connexió de captadors
Conductes per al fluid termòfor
Aïllaments de les canonades
Circuladors

Acumuladors
Bescanviadors de calor
Vas d'expansió
Sistema de control
Comptadors d'energia
Vàlvules accessoris de la instal·lació
Fluid termòfor
Sistema energètic de support



3. Producció de ACS

- Sistema de support a la producció de ACS.

- Dimensionat per cobrir aproximadament un 60% de la demanda.

- La prevenció de la Legionela implica unes temperatures de treball més elevades:

- S'haurà de complir el Real Decreto 909/2001.
  - La temperatura de l'aigua del circuit de distribució d'aigua calenta no serà inferior a 50ºC en el punt més allunyat, abans de realitzar-se la mescla pel consum final.
  - La instal.lació ha de permetre que la temperatura es pugui pujar fins a 70ºC. Aquesta temperatura no permet la presència de components d'acer galvanitzat.

- Tipus d'instal.lacions:
  - Producció domèstica
  - Grans instal.lacions:
    - Esportives
    - Hospitals
    - Hotels
    - Multihabitatges

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions

- Càlcul de la demanda energètica.
- Avaluació de la inclinació òptima dels captadors.
- Avaluació del total energètic anual /m^2.
- Avaluació de la superfície de captació.
- Dimensionament del bescanviador.
- Dimensionament de l'acumulador.
- Dimensionament del sistema de support.
- Dimensionament dels elements restants de la instal.lació

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. CTE Càlcul de la demanda energètica.

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60ºC (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60º C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

(1) Los litros de ACS/día a 60ºC de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2) con los valores de T_i = 12ºC (constante) y T = 45ºC.

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. CTE Càlcul de la demanda energètica.

2 Para el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 ºC, se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 ºC. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum_{1}^{12} D_i(T) \qquad (3.1)$$

$$D_i(T) = D_i(60\ °C) \times \left(\frac{60 - T_i}{T - T_i} \right) \qquad (3.2)$$

siendo

$D(T)$	Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida;
$D_i(T)$	Demanda de agua caliente sanitaria para el mes $_i$ a la temperatura T elegida;
$D_i(60\ °C)$	Demanda de agua caliente sanitaria para el mes $_i$ a la temperatura de 60 ºC;
T	Temperatura del acumulador final;
T_i	Temperatura media del agua fría en el mes $_i$.

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. CTE Càlcul de la demanda energètica.

3 Para otros usos se tomarán valores contrastados por la experiencia o recogidos por fuentes de reconocida solvencia.

4 En el uso residencial vivienda el cálculo del número de personas por vivienda deberá hacerse utilizando como valores mínimos los que se relacionan a continuación:

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

Tabla 3.2 Radiación solar global

Zona climática	MJ/m^2	kWh/m^2
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. CTE, càlcul de la demanda energètica.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima en %. Caso general

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Tabla 2.2. Contribución solar mínima en %. Caso Efecto Joule

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. CTE Càlcul de la demanda energètica.



Fig. 3.1. Zonas climáticas

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Càlcul de la demanda energètica.

Càlcul de la demanda energètica com a mínim en base mensual.

$$E_d = m \cdot Cp \cdot \Delta T$$

E_d - es correspon a la energia útil mensual necessària.
Cp - és el calor específic de l'aigua de 4,185 kJ / (kg K).
ΔT - és la diferència de temperatures de l'aigua, la de consum menys la de xarxa.

Temperatura mensual de subministrament de la xarxa

	gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre	mitjana
Barcelona	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12
Girona	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10
Lleida	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	8
Tarragona	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Càlcul de la demanda energètica.

Exemple, aprofitament de l'energia solar tèrmica per la producció d'ACS en un poliesportiu ubicat a Barcelona. Es consideren 100 usuaris dia i un consum de 20 litres / (persona dia) suposant aigua a 60 ºC.

Demanda total de 100*20 l = 2000 l

Utilitzem la temperatura de xarxa de Barcelona

Consum diari E_d

$$E_d = m\ cp\ \Delta T$$

		gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre	
Temp. de xarxa °C		8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	
Temp. Acumulació °C	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
Increment temperatura		52	51	49	47	46	45	44	45	46	47	49	52	
Energia/dia	(MJ/dia)	435,24	426,87	410,13	393,39	385,02	376,65	368,28	376,65	385,02	393,39	410,13	435,24	
	(kWh/dia)	120,90	118,58	113,93	109,28	106,95	104,63	102,30	104,63	106,95	109,28	113,93	120,90	
														Total any
Demanda mensual	MJ/mes	13492,4	11952,4	12714,0	11801,7	11935,6	11299,5	11416,7	11676,2	11550,6	12195,1	12303,9	13492,4	145830,5
	kWh/mes	3747,9	3320,1	3531,7	3278,3	3315,5	3138,8	3171,3	3243,4	3208,5	3387,5	3417,8	3747,9	40508,5

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Càlcul de l'angle d'inclinació dels captadors. Càlcul de la radiació incident.

L'angle d'inclinació dels captadors depèn del periode de treball:

- Instal.lació amb funcionament durant tot l'any
  - Inclinació igual a la latitud si no sobra energia a l'estiu
  - Inclinació igual a la latitud +5º si hi ha sobreproducció a l'estiu
- Instal.lació amb funcionament hivernal, latitud + 10º
- Instal.lació amb funcionament estival, latitud – 10º

Seguint l'exemple de la instal.lació de ACS pel poliesportiu.

Utilització tot l'any, latitud ~ 42º
Possible sobreproducció a l'estiu per excés de radiació

Contrast dels resultats per

35º
40º
45º

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Càlcul de l'angle d'inclinació dels captadors. Càlcul de la radiació incident.

Radiació incident diària ($MJ/m^2/dia$) - $\mathbf{R_g}$

Inclinacio	gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre
30	10,57	13,64	17,46	20,71	22,62	23,32	23,09	21,79	19,05	15,21	11,56	9,53
35	11,07	14,09	17,71	20,63	22,21	22,73	22,58	21,57	19,18	15,60	12,06	10,02
40	11,50	14,44	17,86	20,42	21,66	22,00	21,93	21,22	19,20	15,89	12,48	10,44
45	11,86	14,71	17,90	20,08	20,98	21,14	21,15	20,74	19,10	16,09	12,82	10,80
50	12,13	14,88	17,82	19,62	20,18	20,15	20,24	20,13	18,88	16,18	13,08	11,08
55	12,33	14,95	17,64	19,05	19,25	19,05	19,21	19,40	18,54	16,17	13,26	11,29

Radiació incident mensual ($MJ/m^2/mes$)

Inclinacio	gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre	TOTAL
30	327,67	381,92	541,26	621,30	701,22	699,60	715,79	675,49	571,50	471,51	346,80	295,43	6349,49
35	343,17	394,52	549,01	618,90	688,51	681,90	699,98	668,67	575,40	483,60	361,80	310,62	6376,08
40	356,50	404,32	553,66	612,60	671,46	660,00	679,83	657,82	576,00	492,59	374,40	323,64	6362,82
45	367,66	411,88	554,90	602,40	650,38	634,20	655,65	642,94	573,00	498,79	384,60	334,80	6311,20
50	376,03	416,64	552,42	588,60	625,58	604,50	627,44	624,03	566,40	501,58	392,40	343,48	6219,10
55	382,23	418,60	546,84	571,50	596,75	571,50	595,51	601,40	556,20	501,27	397,80	349,99	6089,59

La decisió final és entre 35º i 40º d'inclinació. Per evitar una sobreproducció a l'estiu i per modular la producció al llarg de l'any es selecciona la inclinació de 40º.

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Càlcul de l'angle d'inclinació dels captadors. Càlcul de la radiació incident.

La irradiància de les taules incorpora totes les hores del dia. Per descontar les hores amb baixa radiació que els captadors no aprofiten descontem un 6%

Radiació incident diària (MJ/m^2/dia) - $\mathbf{R_g}$

Inclinacio	gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre
40	11,50	14,44	17,86	20,42	21,66	22,00	21,93	21,22	19,20	15,89	12,48	10,44

Radiació incident diària descomptant el 6% (MJ/m^2/dia) - $\mathbf{R_e}$

	gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre
MJ/m2/dia	10,81	13,57	16,79	19,19	20,36	20,68	20,61	19,95	18,05	14,94	11,73	9,81
kWh/m2/dia	3,00	3,77	4,66	5,33	5,66	5,74	5,73	5,54	5,01	4,15	3,26	2,73

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Avaluació de la superfície de captació

Cobertura solar (f): percentatge de la demanda energètica que es cobreix amb energia solar.

Realitzem un tanteig inicial:

- Utilitzem la demanda energètica anual, E_d.
- Avaluem el total anual de radiació incident sobre 1 m^2 de superfície, R_g.
- Prenem un rendiment del conjunt format pel captador solar i la instal.lació, η, un 40%.
- Agafem una cobertura solar del 60%

$$S = \frac{f\ E_d}{\eta\ \ R_g}$$

Per la instal.lació d'exemple:

E_d = 145830,5 MJ

R_g = 6362,82 MJ/m^2

$$S = \frac{f\ E_d}{\eta\ \ R_g} = \frac{0{,}6 \cdot 145830{,}5}{0{,}4 \cdot 6362{,}82} = 34{,}38\ m^2$$

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Avaluació de la superfície de captació

Càlcul més acurat. Primer avaluem mensualment el rendiment del captador.

$$\eta = 0{,}94 \cdot c_0 - (c_1 + c_2 \Delta T) \cdot \frac{\Delta T}{I_s}$$

- El 0,94 que multiplica a c_0 es correpon al modificador de l'angle d'incidència.
- Per angles d'incidència grans hi ha una major reflexió de radiacio.
- També té en compte la pèrdua d'eficiència del sistema per enbrutament de la coberta de vidre

Temperatures mitges diàries a Catalunya

Mes	Gen.	Feb.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Des.
Lleida	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8
Tarragona	11	12	14	16	19	22	25	26	23	20	15	12
Girona	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10
Barcelona	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12

Hores de llum solar

Mes	Gen.	Feb.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Des.
Hores sol [h]	7,5	8	9	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9	9	8	7

Font: Institut Català de Meteorologia.

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Avaluació de la superfície de captació

Plantegem un càlcul més detallat tenint en compte les característiques del captador i les condicions de treball.

C_0 = 0,786

C_1 = 3,4 W/(m² K)

T_e = 55 ºC

T_s = 65 ºC

$T_{ambient}$ segons les taules.

Exemple pel gener

Intensitat de radiació = Radiació efectiva / hores de sol

Intensitat de radiació = 3 (kWh/m²/dia) / 7,5 (h sol/dia) = 0,4 (kW/m²) = 400 W/m²

Increment de temperatura = (Ts+Te)/2-Tambient

Inc T = (65 + 55) /2 – 11 = 49 ºC

Rendiment del captador = 0,94 * c0 – (c1 + c2 *Inc T) Inc T / Intensitat de radiació

Rendiment del captador = 0,94 * 0,786 – (3,4 + 0 * 49) * 49 / 400 = 0,32 = 32 %

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Avaluació de la superfície de captació

Plantegem un càlcul més detallat tenint en compte les característiques del captador i les condicions de treball.

C_0 = 0,786
C_1 = 3,4 W/(m² K)
C_2 = 0 W/(m² K²)

T_e = 55 ºC
T_s = 65 ºC
$T_{ambient}$ segons les taules.

$$R_c = \eta \; R_e$$

		gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre
Radiació efectiva descontem 6%	MJ/m2/dia	10,81	13,57	16,79	19,19	20,36	20,68	20,61	19,95	18,05	14,94	11,73	9,81
	kWh/m2/dia	3,00	3,77	4,66	5,33	5,66	5,74	5,73	5,54	5,01	4,15	3,26	2,73
Hores de sol	h	7,5	8,0	9,0	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,0	9,0	8,0	7,0
Intensitat radiació	W/m2	400	471	518	561	595	605	603	583	557	461	407	389
T mitjana ambient	ºC	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12
Paràmetres captador	c0	0,786											
	c1	3,4											
	c2	0											
T mitja captador	ºC	60											
Inc. temperatura		49	48	46	43	40	36	34	34	36	40	44	48
rendiment captador		0,32	0,39	0,44	0,48	0,51	0,54	0,55	0,54	0,52	0,44	0,37	0,32
Radiació aprofitada	MJ/m2/dia	3,49	5,33	7,34	9,18	10,39	11,09	11,28	10,78	9,37	6,63	4,36	3,14
	kWh/m2/dia	0,97	1,48	2,04	2,55	2,89	3,08	3,13	3,00	2,60	1,84	1,21	0,87

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Avaluació de la superfície de captació

El sistema solar presenta unes pèrdues des del captador fins al consum, aquestes es poden avaluar des d'un 10% a un 20%, bàsicament en funció de la sincronització entre la producció i el consum.

$$R_s = C_{aprofitament} \cdot R_c$$

$C_{aprofitament}$	
0,90 ~ 0,85	Cas general
0,92	Instal.lacions molt eficients
0,80	Instal.lacions amb desfassament
0,70	Instal.lacions amb poc eficients

Seguint l'exemple tenim la taula amb l'energia aprofitada pel sistema

Exemple pel gener

Prenem un rendiment del 75%

Radiació aprofitada pel sistema = Radiació aprofitada * $C_{aprofitament}$

Radiació aprofitada pel sistema = 3,49 * 0,75 = 2,62 MJ/m2/dia

Rend. del sistema	%	75

		gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre
Radiació aprofitada pel sistema	MJ/m2/dia	2,62	4,00	5,50	6,89	7,79	8,32	8,46	8,09	7,03	4,97	3,27	2,35
	kWh/m2/dia	0,73	1,11	1,53	1,91	2,16	2,31	2,35	2,25	1,95	1,38	0,91	0,65

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Avaluació de la superfície de captació

La superfície de captació l'obtenim de l'expressió:

$$S = \frac{E_{demanda}}{E_{solar}}$$

$E_{demanda}$ es correspon al total d'energia útil necessària

E_{solar} es correspon a la producció d'un m^2 de captador

Seguint amb l'exemple, suposant la cobertura del 100%

- Juliol 43,54 m^2 de captació
- Desembre 184,93 m^2 de captació

	gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre
Sup. de captacio f=100%	166,34	106,81	74,54	57,13	49,40	45,27	43,54	46,57	54,79	79,12	125,45	184,93

Passem a un estudi més detallat amb l'objectiu del 60% de cobertura solar (cobertura de la demanda per energia solar)

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions. Avaluació de la superfície de captació

Estudi amb 44 m² de captació

Superficie escollida de captadors: m2 | 44

		gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre	Total any
Producció solar	MJ/dia	115,13	175,84	242,11	303,00	342,93	366,07	372,14	355,87	309,17	218,77	143,85	103,56	
	kWh/dia	31,98	48,85	67,25	84,17	95,26	101,69	103,37	98,85	85,88	60,77	39,96	28,77	
Cobertura solar max 100%		0,26	0,41	0,59	0,77	0,89	0,97	1,01	0,94	0,80	0,56	0,35	0,24	
		0,26	0,41	0,59	0,77	0,89	0,97	1,00	0,94	0,80	0,56	0,35	0,24	
Tot. energia produida	MJ/mes	3568,9	4923,6	7505,3	9090,0	10630,9	10982,2	11416,7	11032,0	9275,1	6781,8	4315,4	3210,2	92732,2
	kWh/mes	991,4	1367,7	2084,8	2525,0	2953,0	3050,6	3171,3	3064,4	2576,4	1883,8	1198,7	891,7	25758,9

Cobertura solar promig: 0,63589

Producció anual 92732 MJ = 25759 kWh

Estudi amb 50 m² de captació

Superficie escollida de captadors: m2 | 50

		gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre	Total any
Producció solar	MJ/dia	130,82	199,82	275,12	344,32	389,70	415,99	422,89	404,40	351,33	248,60	163,46	117,68	
	kWh/dia	36,34	55,51	76,42	95,64	108,25	115,55	117,47	112,33	97,59	69,06	45,41	32,69	
Cobertura solar max 100%		0,30	0,47	0,67	0,88	1,01	1,10	1,15	1,07	0,91	0,63	0,40	0,27	
		0,30	0,47	0,67	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91	0,63	0,40	0,27	
Tot. energia produida	MJ/mes	4055,6	5595,0	8528,8	10329,6	11935,6	11299,5	11416,7	11676,2	10539,9	7706,6	4903,9	3648,0	101635,3
	kWh/mes	1126,5	1554,2	2369,1	2869,3	3315,5	3138,8	3171,3	3243,4	2927,8	2140,7	1362,2	1013,3	28232,0

Cobertura solar promig: 0,69694

Producció anual 101635 MJ = 28232 kWh

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions.

Selecció de 44 m² de superfície de captació

Volum d’acumulació de entre 50 i 100 l/m²

Com que la utilització es al llarg de tot el dia no cal una acumulació excessiva, posem un volum de 2500 litres aproximadament

Resultat econòmic

Superficie escollida de captadors	m2	44												
		gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre	
Producció solar	MJ/dia	115,13	175,84	242,11	303,00	342,93	366,07	372,14	355,87	309,17	218,77	143,85	103,56	
	kWh/dia	31,98	48,85	67,25	84,17	95,26	101,69	103,37	98,85	85,88	60,77	39,96	28,77	
Cobertura solar max 100%		0,26	0,41	0,59	0,77	0,89	0,97	1,01	0,94	0,80	0,56	0,35	0,24	
		0,26	0,41	0,59	0,77	0,89	0,97	1,00	0,94	0,80	0,56	0,35	0,24	
														Total any
Tot. energia produida	MJ/mes	3568,9	4923,6	7505,3	9090,0	10630,9	10982,2	11416,7	11032,0	9275,1	6781,8	4315,4	3210,2	92732,2
	kWh/mes	991,4	1367,7	2084,8	2525,0	2953,0	3050,6	3171,3	3064,4	2576,4	1883,8	1198,7	891,7	25758,9
Cobertura solar promig		0,63589												
Cost energia	€/kWh	0,1												
														Total any
Estalvi mensual	€/mes	99,14	136,77	208,48	252,50	295,30	305,06	317,13	306,44	257,64	188,38	119,87	89,17	2575,89

3. Producció de ACS

3.1. Dimensionament de les instal.lacions.

Resultat econòmic

														Total any
Tot. energia produida	MJ/mes	3568,9	4923,6	7505,3	9090,0	10630,9	10982,2	11416,7	11032,0	9275,1	6781,8	4315,4	3210,2	92732,2
	kWh/mes	991,4	1367,7	2084,8	2525,0	2953,0	3050,6	3171,3	3064,4	2576,4	1883,8	1198,7	891,7	25758,9

Cobertura solar promig		0,63589
Cost energia	€/kWh	0,1

														Total any
Estalvi mensual	€/mes	99,14	136,77	208,48	252,50	295,30	305,06	317,13	306,44	257,64	188,38	119,87	89,17	2575,89

Cost d'instal·lació	€/m^2	500
	€	22000
Relació inversió estalvi RIE	anys	8,54

Superficie captadors	m2	10	20	30	40	44	50	60	70
Estalvi	x1000 €	0,586	1,172	1,758	2,344	2,575	2,823	3,083	3,274
Cobertura solar		0,144	0,289	0,434	0,578	0,636	0,697	0,761	0,808
RIE	anys	8,53	8,53	8,53	8,53	8,54	8,86	9,73	10,69

